

PCT/EP03/A1076

EPO - DG 1

03. 11. 2003



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

REC'D 17 NOV 2003
WIPO PCT

Aktenzeichen: 102 47 686.1
Anmeldetag: 12. Oktober 2002
Anmelder/Inhaber: Dr.-Ing. Massoud Karimnia,
Hamburg/DE
Bezeichnung: Reaktor und Verfahren zum Entkalken und gleichzeitigen Entfernen von Schadstoffen
IPC: C 02 F 9/10

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Weber

W. Weber

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Reaktor zum Entkalken von Wasser und gleichzeitigem Entfernen von Schadstoffen, sowie Desinfektion und Abtötung von Bakterien und Dauerformen von Parasiten nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 und ein entsprechendes Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 10.

Zur Entkalkung von Wasser sind Kalkhydratfällung, Impfgeräte zur Calciumcarbonatbildung und Ionenaustauscher verbreitet. Bei diesen Verfahren handelt es sich um chemische Aufbereitung. Es gibt auch Verfahren, die auf physikalischer Basis arbeiten. Darunter sind Entkalkung durch Veränderung der Kristallstruktur im Magnetfeld, z.B. die DE 43 36 388, Kavitation, Umkehrosmose, Membranfiltration. Es gibt ferner thermische Verfahren als physikalisch-chemische Behandlungsverfahren, z.B. Patentanmeldung DE 197 27 357 A1, die eine Verhinderung der Kalkablagerung in Hausinstallationen zum Ziel hat, wird mit Hilfe von Wärmezufuhr im Bereich 50-90 Grad in einer kontinuierlich arbeitenden Anlage eine Kalkbildung hervorgerufen, damit es in Hausinstallationen zu keiner weiteren Kalkbildung kommt.

Allen genannten Verfahren wird zumeist eine positive Beeinflussung der Kalkabscheidung oder Verhinderung der Kalkbildung in Installationen bescheinigt. Nachteilig hierbei ist jedoch, dass einige dieser Verfahren eine gleichzeitige effektive Kalkreduktion und Schadstoffeliminierung in Wasser, sowie dessen Konditionierung nicht zum Ziel haben und somit für weitere Zwecke zur Behandlung von z.B. Trinkwasser, Grundwasser und Oberflächenwasser gar nicht oder nur bedingt in Frage kommen. Bei anderen Verfahren ist die angewandte Technik aufwendig und können meistens für größere Wassermengen praktikabel

und rentabel sein.

35 Nachteilig beim thermischen Verfahren, Offenlegungsschrift DE 197 27 357 A1, ist aber, dass es bezüglich der Reaktionsführung uneffektiv und energieintensiv ist. Ferner muss mit langen Verweilzeiten gearbeitet werden und Schadstoffe werden damit nicht bzw. unzureichend eliminiert. Außerdem ist die vorbekannte Vorrichtung und das Verfahren zur Aufbereitung von Trinkwasser in diskontinuierlich arbeitenden Anlagen und kleinem Maßstab (z.B. Haushalte) nicht geeignet.

40 Im Fall von Ionenaustauschern werden Calcium- und Magnesium-Ionen gegen andere Ionen ausgetauscht, die bei der Trinkwasseraufbereitung wegen ihrer gesundheitlichen Wirkungen in Frage gestellt sind, da sie durch Abgabe von Protonen an das Wasser den pH-Wert erniedrigen. Hinzukommen die bakteriologischen Bedenken und die Tatsache, dass sie nach Erschöpfung mit Chemikalien regeneriert werden müssen und dadurch die Umwelt belasten. Nachteilig bei kleinen (sog. Point-of-Use) Geräten, die in Haushalten eingesetzt werden und mit Hilfe von Ionenaustauschern

45 Wasser entkalken, ist außer der Reduzierung des pH-Wertes bis unter dem festgesetzten Grenzwert in der Trinkwasser-Verordnung und Schwankung der Leistung sowie Unzuverlässigkeit ihrer Effektivität während des Einsatzes, eine Feststellung der Erschöpfung nicht möglich. Bekanntlich

50 kommen die bakteriologischen Bedenken und die Tatsache, dass sie nach Erschöpfung mit Chemikalien regeneriert werden müssen und dadurch die Umwelt belasten. Nachteilig bei kleinen (sog. Point-of-Use) Geräten, die in Haushalten eingesetzt werden und mit Hilfe von Ionenaustauschern

55 Wasser entkalken, ist außer der Reduzierung des pH-Wertes bis unter dem festgesetzten Grenzwert in der Trinkwasser-Verordnung und Schwankung der Leistung sowie Unzuverlässigkeit ihrer Effektivität während des Einsatzes, eine Feststellung der Erschöpfung nicht möglich. Bekanntlich

60 werden Ionenaustauscher in Haushaltsgeräten in wechselbaren Kunststoff-Patronen untergebracht. Es wird berichtet, dass bei Trinkwasserbehandlungsgeräten, die aus Kunststoff bestehen, Weichmacher durch diese an das Wasser abgegeben werden.

65 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, die eingangs genannte Vorrichtung und das Verfahren derart zu verbessern, dass sie die geschilderten Probleme vermeiden und ohne großen apparativen Aufwand und Wartung

70 Wasser entkalken, gleichzeitig Schadstoffe aus dem Wasser eliminieren und die Desinfektion und Abtötung von Dauerformen von Parasiten bewirken. Ein weiteres Ziel ist es, das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht definiert und vorher bestimmbar so einzustellen, um eine Verkrustung (sog.

75 Fouling) der Installationen zu unterdrücken. Auch sollten sich Kalkablagerungen sowohl bei kontinuierlich, als auch diskontinuierlich arbeitenden Reaktorvorrichtungen von den Wärmeübertragungsflächen lösen und nicht zu einer permanenten Verkrustung führen.

80 Erfindungsgemäß werden die Aufgabe und das Ziel in vorrichtungsgemäßer Weise durch den in Anspruch 1 gekennzeichneten Reaktor bzw. in ablaufgemäßer Hinsicht durch das Verfahren gemäß Anspruch 10 gelöst.

Die Strömung in warmem Wasser ist mehr oder weniger laminar und findet mehr oder weniger im inneren Bereich des Wassers statt. Durch die eingesetzte/n Platte/n in den Reaktor mit Luft-Begasung wird erfindungsgemäß zum einem die laminare Strömung in eine turbulente und konvektive Strömung umgewandelt. Daneben wird diese Turbulenz möglichst in die Nähe der Phasengrenzfläche geleitet, um so den Stoffaustausch dort zu vergrößern und die heterogene Kristallkeimbildung zu beschleunigen, da bei der heterogenen Keimbildung aufgrund der Oberflächenenergie der artfremden Phase die kritische Keimbildungsarbeit und somit auch der Keimradius sich verringert. Aus diesem Grund laufen die heterogene und sekundäre Keimbildung bei niedrigeren Übersättigung ab. Zum anderen bietet/n die Platte/n weitere Flächen zur bevorzugten heterogenen Kristallkeimbildung.

100 Die Erfindung macht sich ferner die Eigenschaft der Gase zunutze, dass einerseits bei steigender Temperatur ihre Löslichkeit im Wasser abnimmt und andererseits Gase mit Hilfe eines Strippgases mechanisch aus dem Wasser ausge-

trieben werden können. Darüber hinaus führt eine Temperaturerhöhung gekoppelt mit Begasung zur effektiveren Ausgasung von leichtflüchtigen Verbindungen, Kalkausscheidung, Ausfällung von bestimmten Salzen und Oxidation von oxidierbaren Stoffen. Luftsauerstoff ist bekanntlich ein Oxidationsmittel und wird oft zur Trinkwasserbehandlung eingesetzt. Dazu zählen u.a. auch Ozon, reiner Sauerstoff usw.

Je nach Konsistenz des Wassers, pH-Wert, Konzentrationen von Härtebildnern und weiteren Parametern des Wassers und den gewünschten Zielen bei der Behandlung wird nicht nur das Wasser erhitzt und belüftet, sondern nötigenfalls entweder dessen Temperatur durch geringere Wärmezufuhr als vorher in diesem Temperaturbereich konstant gehalten und/oder die Luft-Begasung länger fortgesetzt.

Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt weiterhin die Möglichkeiten eines besseren Wärmeübertragung, chemische Reaktionen bei erhöhten Temperaturen und pH-Erhöhung sowie konvektive Durchmischung durch Luft-Begasung und den Siebvergang, falls das Wasser bis zum Sieden erhitzt werden sollte.

Die Geschwindigkeit von Kristallkeimbildung, Kristallwachstum und weiteren Reaktionen innerhalb des Behandlungsraumes hängen von verschiedenen Parametern ab. Darunter sind u.a. Übersättigung der ausfallenden Salze, das Material (Oberflächenenergie) und die Oberflächenstruktur (Rauhigkeit) der Stoffaustauschfläche und zuletzt die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers an der Phasengrenzfläche, die eine intensivere Flächenerneuerung an den Phasengrenzflächen ermöglicht und die laminare Schicht zu Gunsten der konvektiven Strömung an der Grenzfläche verkleinert, zu nennen.

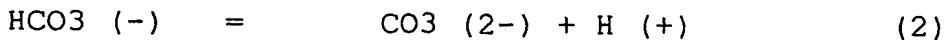
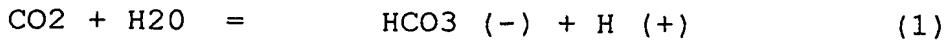
Bei bekannten Behandlungsverfahren mit Hilfe von thermischer Energie werden die spezifischen Eigenschaften ein-

zernen chemischen und physikalischen Prozesse in Wasser insofern wenig beachtet, als dass es sich bei Kalkbildung um eine zeit- und energieabhängige Reaktion, verbunden mit Stoffaustauschprozessen und Komplexeierungsreaktionen handelt, deren Effektivität wie alle chemischen und physikalischen Reaktionen von einer Optimierung der Reaktionsführung abhängig ist.

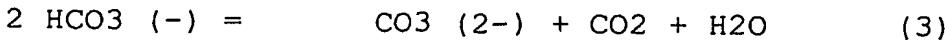
140 145 Im Fall von Reaktionen im Wasser in herkömmlichen Reaktoren kann eine effektive kombinierte Entkalkung und Schadstoffeliminierung ohne Zusatz von Chemikalien erst bei Siedetemperatur und sehr lange Verweilzeiten zustande kommen, da durch Turbulenzen, die durch entstehenden Dampfblasen erzeugt werden, nicht nur eine erhöhte Diffusionsgeschwindigkeit ermöglicht, sondern infolge einer verstärkten mechanischen Durchmischung auch ein noch besserer Stoffaustausch verursacht wird (Stoßtheorie).

150 Bekanntlich ist Kohlendioxid je nach pH-Wert des Wassers nicht nur physikalisch, sondern auch chemisch in Form von Hydrogencarbonat im Wasser gelöst, weshalb läuft seine Austreibung aus dem Wasser nicht leicht ab. Diese kann aber durch eine mechanische Umwälzung (z.B. Begasung) beschleunigt werden.

160 165 Im Wasser findet bei Kalkbildung vereinfachend folgende Reaktionen statt:



Ferner läuft bei der Umwandlung von Hydrogencarbonat zum Carbonat folgende Reaktion ab:



Diese Gleichgewichtsreaktionen hängen entscheidend von der Temperatur, dem pH-Wert und der Konzentration des Kohlendioxids ab, in welcher Richtung sie sich verschieben. Bekanntlich kann man durch Entfernen der in einer

Reaktion beteiligten Partnern aus dem Reaktionsraum ein Gleichgewicht in die gewünschte Richtung verschieben. Eine Entstehung weniger Hydrogencarbonat und damit Verschiebung des Gleichgewichtes nach links bei Reaktion (1)

175 hängt von einer Entfernung von Kohlendioxid ab. Das gilt auch für Reaktion (2) bei Bildung von Carbonat und Verschiebung der Reaktion nach rechts.

Wenn man nun das gelöste und entstehende Kohlendioxid aus dem System entfernt, wird der pH-Wert des Wassers erhöht 180 und dadurch wird zum einen weniger Hydrogencarbonat und auch weniger Carbonat gebildet. Aus diesem Grund wird dadurch im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren auch erheblich weniger Kalk und damit Verkrustung im Reaktor gebildet.

185 Da die Löslichkeit der Gase mit steigender Temperatur abnimmt, findet automatisch eine Teil-Stripping von CO₂ aus dem Wasser durch Diffusion bis zur Gleichgewichtskonzentration bei jeweiliger Temperatur statt. Dieser Prozess ist aber langsam und stellt somit den geschwindigkeitsbestimmende Schritt bei Carbonatfällung dar.

Die Temperaturerhöhung, die Entfernung von CO₂, die Verweilzeit, die Kristallkeimbildung, das Kristallwachstum und die geometrische sowie hydrodynamischen Verhältnisse im Reaktor spielen also für eine effektive Kalkreduzierung und Schadstoffeliminierung alle eine Rolle. Die Reaktionen laufen deshalb durch einfache Temperaturerhöhung nicht von selbst schnell und optimal ab, sondern müssen durch andere Maßnahmen unterstützt werden.

200 Anders ausgedrückt, wenn Dampfbildung beim Sieden des Wassers u.a. auch eine mechanische Arbeit leistet und für Turbulenz sorgt, kann diese mechanische Energie z.B. mit Hilfe der Begasung dem System zugeführt werden. In diesem Fall wird beobachtet, dass das Wasser durch Belüftung und eingesetzte/n horizontale/n Platte/n auch bei niedrigeren

205 Temperaturen (z.B. 80 Grad) gleiche Effekte bezüglich der Kalkbildung zeigt wie beim Sieden. Der Unterschied zwischen mechanischer und thermischer Energie besteht jedoch darin, dass die Erste erheblich weniger Energie verbraucht.

210 Bei Erwärmung von Wasser spielt Wärmeübertragung von Heizfläche auf Wasser eine Rolle. Durch eingebrachte Platte/n mit gleichzeitiger Belüftung wird dieser Prozess durch intensive Durchmischung des Wassers erhöht und findet somit im Reaktor ein schneller Wärmeausgleich statt.

215 Wegen erhöhter Turbulenz insbesondere unterhalb der Platte/n findet der Wärmeausgleich hier besonders schnell.

Durch schnellen Temperaturausgleich und konvektive Strömung verbunden mit CO₂-Entfernung unterhalb der Platte/n ist die Wahrscheinlichkeit für Kristallkeimbildung und

220 Kristallwachstum sicherlich größer als oberhalb der Platte(n). Deshalb wird beobachtet, dass Krustenbildung im Bereich unterhalb der Platte/n stärker stattfindet.

Aus diesen Gründen ist es verständlich, dass im Gegensatz zum dargestellten Verfahren in Offenlegungsschrift DE 197

225 27 357 A1 die Herstellung eines neuen Kohlensäure-Gleichgewichtes bei einer bestimmten Temperatur durch eine Kombination von Temperaturerhöhung und Luft-Begasung energetisch erheblich günstiger und bei niedrigeren Temperatur abläuft. Außerdem wird mit Hilfe von hydrodynamischer Optimierung der Reaktionsführung (Einsatz von Platte/n) im Reaktor die notwendige Verweilzeit für Kristallisation, als weiterer geschwindigkeitsbestimmender Schritt verkürzt und das Volumen des Behandlungsraumes viel kleiner wird, so dass der Reaktor kompakter gestaltet werden kann.

Wie oben erläutert verursacht eine Entfernung von CO₂ aus dem Wasser eine Reduzierung der Kohlensäure-Konzentration im Wasser und diese führt je nach Pufferkapazität des

Wassers zu einer pH-Wert-Erhöhung bis über eine Einheit.

240 Bekanntlich bilden einige Metalle und Schwermetalle (z.B. Kupfer, Nickel, Cadmium, Blei und Arsen) schwerlösliche Carbonate und im basischen Bereich schwerlösliche Hydroxide im Wasser, die alle entsprechend ihren Löslichkeitsprodukten als Niederschlag ausfallen.

245 Auch kolloidal vorhandenen Trübstoffe im Wasser (z.B. Huminstoffe) werden durch Carbonate und komplexe Verbindungen teilweise adsorbiert und nach Beendigung des Prozesses sedimentiert. Daneben werden Gase und leichtflüchtige Stoffe außer Kohlendioxid, wie z.B. Chlor, Ammoniak,

250 Schwefelwasserstoff und weitere organische Stoffe, die einen größeren Dampfdruck als Wasser besitzen, darunter leichtflüchtige organische Kohlenwasserstoffe (LHKW), Nebenprodukte der Chlorierung von Wasser usw., die als Kontamination im Wasser vorkommen, aus dem Wasser entfernt.

255 Der Ablauf dieser Vorgänge wird genauso wie beim Kohlendioxid durch gleichzeitige Temperaturerhöhung und Stripfung verursacht.

Bekanntlich werden manche anorganische wie organische Verbindungen in Anwesenheit vom Sauerstoff als Oxidationsmittel oxidiert und als schwerlösliche Salze aus dem Wasser entfernt, z.B. Eisen, Mangan. Eine Oxidation läuft bekanntlich bei höheren Temperaturen schneller ab (sog. Nassoxidation). Die Oxidationsreaktionen können ferner durch Einsatz von Ozon ermöglicht bzw. beschleunigt werden.

265 Eine weitere Funktion dieser Platte/n besteht darin, dass die Kalkablagerungen durch intensives Sieden des Wassers und auftretende Spannungen in unteren Bereich der Platte von Zeit zu Zeit als Plättchen abgelöst und ins Wasser abgegeben werden. Bei turbulenter Strömung treten bekanntlich verstärkt starke, lokal wirkende Überhöhungen der Flüssigkeitsgeschwindigkeit in der Nähe der Oberflä-

chen in Form verschiedenster Wirbelbildungen (sog. bursts) auf. Dieses Erscheinung ist unabhängig davon, ob

275 der Reaktor durch direkte oder indirekte Beheizung erwärmt wird. Dadurch wird eine Verkalkung des Reaktors vermieden und Wärmedurchgang durch Verkalkung der Heizfläche nicht reduziert.

Bei Behandlung vom Trinkwasser nach dem erfindungsgemäßen

280 Verfahren wird wie vorhin erwähnt neben der Schadstoffeliminierung einen höheren pH-Wert erzielt. Zahlreiche Mediziner berichten, dass bestimmte Krankheiten durch grundsätzliche Versäuerung von Lebensmitteln und damit unserem Körper durch industrielle Produktion von Lebens-

285 mitteln verursacht werden und deshalb alkalische Lebensmittel zum Verzehr empfehlen. Es dürfte ferner einleuchten, dass Wasser nach der Behandlung eine deutliche Geschmacksverbesserung zeigt. Diese beide Effekte können als Konditionierung des Wassers bezeichnet werden. In der

290 Offenlegungsschrift DE 198 29 984 A1 wird berichtet, dass eine grundsätzliche Verbesserung des Geschmacks durch Mischung des Wassers mit Luft erreicht wird. Zuletzt wirkt eine Erwärmung des Wassers oberhalb von 70 °C als eine sichere Methode zur Entkeimung des Wassers und Abtötung

295 der Legionellen im Wasser.

Bei der erfindungsgemäßen einfachsten Ausführung dieses Verfahrens handelt es sich um eine diskontinuierlich betriebene Vorrichtung bzw. Reaktor, der mit Hilfe einer externen Energiequelle von unten erwärmt und belüftet

300 wird. In dem Behandlungsraum dieses Reaktors ist eine Platte mit einem Abstand vom Boden zur Lenkung der Strömung und Verstärkung von Turbulenz nicht an Reaktorwand befestigt, sondern am Deckel des Behandlungsraums. Die Platte ist horizontal und zentrisch so angeordnet, dass

305 die o.a. Bedingungen optimiert sind. Die Platte besitzt eine gelochte Umrandung und hat deshalb zusätzlich die Funktion, die Rückstände, die nach der Unterbrechung der

Wärme- und Luftzufuhr ausfallen, auf der Platte aufzufangen und zurückzuhalten. Der größte Anteil der gebildeten
310 Verkrustungen, die sich von Reaktorwand und Heizfläche in Form von Plättchen abgelöst haben fallen nachher auf die horizontale Platte und der Rest auf den Boden des Behandlungsraums. Nach der Sedimentation der Rückstände kann das Wasser durch den Auslauf entnommen werden und, da
315 dieser sich oberhalb des Bodens befindet, bleiben restliche Rückstände mit etwas Wasser im Behandlungsraum zurück. Durch Abnehmen des Deckels können nach Entleerung des Behandlungsraums die Rückstände, die sich auf der am Deckel befestigten Platte befinden, extern abgewaschen
320 werden. Somit bedarf der erfindungsgemäße Reaktor bis auf das Auswaschen der Rückstände keiner weiteren Wartung oder dgl. Die restlichen Rückstände und das Wasser auf dem Boden des Behandlungsraumes können im Behandlungsraum bleiben, da die Platte die Funktion des Austrags der
325 Rückstände erfüllt.

Um das Volumen des restlich im Behandlungsraum befindlichen Wasser zu verringern, ist der Behandlungsraum bei diskontinuierlichem Betrieb unten etwas verengt.

Das Wasser darf auch bei kleinen Reaktoren nach der Be-
330 handlung nur durch den Auslauf aus dem Behandlungsraum entnommen werden, da sonst eine Vermischung der Rückstände und Wasser stattfindet.

Das so behandelte Wasser kann je nach Aufgabenstellung und zur Entkalkung und Reduzierung der Schadstoffe sofort
335 nach der Behandlung aus dem Behandlungsraum entnommen werden oder die Entnahme erst nach einer Abkühlung im Behandlungsraum erforderlich sein, da häufig Verbindungen bei kleinen Temperaturen eine geringere Löslichkeit haben.

340 Weitere Vorteile und Merkmale gehen aus den Unteransprüche hervor, die auch gemeinsam mit dem Hauptanspruch von

erfinderischer Bedeutung sein können. Im Folgenden wird bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung zum besseren Verständnis derselben anhand der Zeichnung näher erläutert. Es dürfte einleuchten, dass die Erfindung auf die gezeigten Beispiele nicht beschränkt ist.

345 Es zeigt:
350 Abb. 1 eine schematische Querschnittsansicht durch einen erfindungsgemäßen Reaktor in seiner einfachsten Ausführungsform, die eine Begasungsvorrichtung aufweist.

Abb. 2 schematische Querschnittsansichten von zwei weiteren
bis 3 erfindungsgemäßen Reaktoren mit eigenen elektrischen direkten und indirekten Heizvorrichtungen sowie externer Begasung.

355 Abb. 4 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Reaktors mit interner Heizeinrichtung und Belüftung;

Abb. 5 eine schematische Darstellung einer noch weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Reaktors mit nachgeschaltetem Sedimentationsbecken; und
360

Abb. 6 eine schematische Darstellung einer noch weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Reaktors.

365 Abb. 1. stellt die einfachste Ausführungsform des Reaktors dar, der mit Hilfe von externen Energiequellen beheizt und belüftet werden kann.

In Abb. 2 u. 3 sind zwei weitere Reaktoren mit eigener elektrischer Heizung dargestellt, die entweder indirekt oder direkt das Wasser beheizen und durch Erhöhung des Abstands des Behandlungsraums vom Boden ein Ausgießen des Wassers durch den Auslauf erleichtern.
370

Zur Belüftung kann die Luft auf der Saugseite über ein

Aktivkohlefilter geleitet werden, um eine Belastung des Wassers durch evtl. Schadstoffe in der eingeleiteten Luft zu unterbinden (siehe Abb.4).

375 Für die Regelung der Stromzufuhr bei den erfindungsgemäß Reaktoren ist nicht wie bei Wasserkochern üblich ein Bimetall vorgesehen, sondern ein elektronischer Regler, der beliebig die Leistung der Heizung reguliert. Im Fall vom Bimetall wird Wärme nach Erreichen einer bestimmten

380 Temperatur unterbrochen dem Wasser zugeführt. Erfindungsgemäß braucht das Wasser aber zur effektiven Behandlung evtl. etwas längere Zeit an ununterbrochenen Energiezufuhr, so dass diese mit Bimetall nicht geregelt werden können. Außerdem braucht das Medium weniger an Energie,

385 um seine Temperatur auf ein bestimmtes Grad konstant zu halten. Die Regelung lässt sich per Hand oder automatisch nach zeitlicher Schaltung durchzuführen.

Die Maßstäbe für größere Reaktoren zur diskontinuierlichen Betriebsführung können beliebig vergrößert und die Zahl der Platten erhöht werden. Zur Einsparung von Energie kann weiterhin der Behandlungsraum mit Isoliermaterial versehen werden und dadurch der Wärmeverlust verringert werden.

390 Für eine kontinuierliche Betriebsführung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht die Anlage aus einem Reaktor und ein Sedimentationsbecken. Der Reaktor ist im Inneren mit mehreren Platten horizontal zentrisch oder versetzt und ohne Umrandung ausgestattet, so dass Rückstände sich nicht auf den Platten absetzen und den Reaktor verlassen können. Hier ist es auch unbedeutend, ob das Beheizen direkt oder indirekt bewerkstelligt wird. Beim direktem Beheizen sind im Gegenteil zu o.a. Offenlegungsschrift DE 19727357 A1 die Heizstangen nicht schräg, sondern waagerecht und im unteren Bereich der Platten untergebracht.

400 405 In diesem Reaktor wird das Wasser bis auf gewünschte Tem-

peratur erhitzt und gleichzeitig belüftet. Danach gelangt das Wasser in einen zweiten Behälter, wo als Sedimentationsbecken und Wärmetauscher gilt. Das Wasser gelangt von dort zum Verbraucher und die Sedimente werden durch das Ablassventil abgezogen (siehe Abb. 5).

410

Der kontinuierlich arbeitende Reaktor kann auch nur zur Kalk-Reduzierung bzw. Einstellung des bei jeweiligen Temperatur einzustellendem Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht in Wasser eingesetzt werden, um Verkalkungen in Installationen zu vermeiden.

415

Damit weitere Schadstoffe bei erhöhter Temperatur erfundungsgemäß aus dem Wasser entfernt werden können, ist es zu diesem Zweck manchmal erforderlich Chemikalien oder andere Gase einzusetzen.

420 Bekanntlich werden zur Wasseraufbereitung z.B. Eisen- und Aluminiumchlorid (Flockungsmittel) zur Eliminierung von Phosphaten, Huminstoffen, Kolloiden und Schwermetallen eingesetzt. Diese bilden im Wasser bei Raumtemperatur unter intensivem Rühren Mikroflocken, die diese Schadstoffe

425 in Form von Hydroxokomplexe absorbieren und so aus dem Wasser entziehen. Diese Mikroflocken sind bei normalen Raumtemperaturbereichen nicht oder sehr schwer sedimentierbar. Um aus Mikroflocken aber absetzbare Makroflocken herzustellen, werden zusätzlich Polymere (Flockungshilfsmittel) benötigt. Eine Herstellung von flüssigen Polymeren und dessen Zugabe zusammen mit Eisen- u. Aluminium-

430 chlorid unter genau berechneten Rührintensitäten ist sehr aufwendig und schwierig, so dass ihren Einsatz nur für größere Wasser- und Abwasserreinigungsanlagen möglich ist (z.B. in der sog. dritten Reinigungsstufe oder Simultanfällung kommunaler Kläranlagen).

Erfindungsgemäß lösen sich Flockungsmittel nur bei höheren Temperaturen in Wasser völlig auf und vermischen sich ohne großen Aufwand ideal im Wasser. Beim erfundungsgemäß

440 Ben Reaktor findet durch Erwärmung des Wassers automatisch auch eine Vermischung statt. Bei Abkühlung des Wassers bilden diese zunächst Mikro- und nach weiterer Abkühlung auch ohne Flockungshilfsmittel Makroflocken, die sich leicht absetzen. Für diesen Vorgang erübrigtsich
445 also nicht nur ein intensiver Rührvorgang, sondern auch der Einsatz von Polymeren. Auf diese Art lassen sich diese Chemikalien also auch in kleineren Reaktoren, ohne Zu-hilfenahme von Rührgeräten usw. sehr effektiv und preis-wert einsetzen. Dieser Vorgang läuft durch Belüftung noch
450 besser, so dass ab Temperaturen von 30 Grad große und leicht sedimentierbare Flocken entstehen, die nach Aus-schaltung von Belüftung und Abkühlung ausfallen. Dieses Verfahren eignet sich insbesondere zur Behandlung von größerer Menge von Wasser und Abwasser für warme Regio-nen, wo das Wasser leicht mit Hilfe der Sonnenenergie auf
455 hohe Temperaturen gebracht werden kann.

Um Wasser nach diesem gekoppelten chemisch thermischen Verfahren schonend behandeln zu können, wird es bei dis-kontinuierlichen Reaktionsführung bevorzugt eine weitere
460 Vorrichtung verwendet. Mit Hilfe eines schräg errichtetes Absetzbecken und eines zweiten Ablassventils können, au-ßer der Rückstände auf die Platte, die extern entsorgt werden, auch Rückstände unter der Platte von unten abge-zogen werden. Die Belüftung erfolgt durch ein Ventil und
465 Chemikalien werden manuell in den Behandlungsraum zuge-setzt (siehe Abb. 6). Das chemisch thermische Verfahren kann ohne weiteres in der erfundungsgemäß kontinuierli-chen Anlage durchgeführt werden und Zur Dosierung von Chemikalien wird es Dosierpumpe verwendet.
470 Weitere Einsatzgebiete des erfundungsgemäß Reaktors und Verfahrens unter Einsatz dieser Chemikalien sind z.B. Trinkwasser-, Oberflächenwasser- und Abwasseraufbereitung sowie Schlammbehandlung im allgemeinen. Die Vorteile die-ses chemischen Verfahrens beim Einsatz dieser Chemikalien

475 bestehen in einem geringeren Chemikalienverbrauch, einer besseren Filtrierbarkeit, weniger Schlammproduktion wegen Reduzierung der Einsatzmenge dieser Chemikalien, Entfallen der Polymere und zuletzt weniger Kosten bei der Schlammentsorgung.

480 Falls also eine thermische Behandlung des Wassers zur Eliminierung von Schadstoffen im erfindungsgemäß entwickelten Reaktor nicht allein ausreicht, können je nach Bedarf dem Wasser diese oder andere Chemikalien und Gase (wie z.B. reiner Sauerstoff oder Ozon) zugesetzt werden.

485 Es ist ebenfalls möglich, das Deckel des Reaktors aus Glas zu nehmen und durch Anbringen eines UV-Strahlers am Kopf des Reaktors, den Reaktorinhalt gleichzeitig zu bestrahlen, um eine Oxidation von weiteren Schadstoffen zu ermöglichen bzw. zu beschleunigen. Abgesetzte Rückstände

490 können dann zusammen mit den Verkrustungen durch das Ablassventil im unteren Teil des Behandlungsraums aus dem Behandlungsraum entfernt werden.

Im Grunde handelt es sich bei diesem erfindungsgemäßen thermischen Verfahren und Reaktor um Hochleistungsreaktoren für chemische Reaktionsführung bei höheren Temperaturen insbesondere in verdünnten Lösungen mit geringerem Anteil an Reaktionspartnern, die auch in anderen Bereichen der chemischen Reaktionsführung Verwendung finden können.

495 500 Die Beheizung des Behandlungsraums kann nicht nur elektrisch, sondern auch durch entsprechende Änderung mit Hilfe von fossilen- oder erneuerbaren Energiequellen bewerkstelligt werden. Insofern sind das erfindungsgemäße Verfahren und der Reaktor zur Behandlung vom Wasser im allgemeinen für dezentrale Trinkwasseraufbereitung beim Verbraucher und vor allem in Regionen ohne elektrischen Energieanschluss und Katastrophengebiete einsetzbar. Zur Belüftung können u.a. Batterien eingesetzt werden, da die

Luftpumpen einen sehr geringen Strombedarf haben.

510 Des weiteren können noch folgende Merkmale allein oder auch gemeinsam für die Erfindung bedeutsam sein:

- dass zur Erwärmung des Wassers mit integriertem Beheizungsaggregat fossile Brennstoffe und erneuerbare Energien mit entsprechender Änderung des Heizaggregats verwendet werden,
- dass zur Einstellung der Temperatur und Regulierung der Leistung des elektrischen Heizgerätes kein Bimetall, sondern ein elektrischer Regler eingesetzt wird,
- dass zum Röhren, Begasen, Strippen und chemische Oxidation eine Gaspumpe mit regelbarer Durchflussmenge eingesetzt wird,
- dass zur Begasung ein Rohr mittig in den Reaktor mit einem Gasverteiler eingesetzt wird,
- dass zur Vorreinigung des Gases ein Aktivkohlefilter auf der Saugseite eingesetzt wird,
- dass der Reaktor und die Platte/n abweichende formen von rund und zylindrisch besitzen,
- dass bei chemischer Aufbereitung mit Hilfe von Chemikalien der Reaktorboden im diskontinuierlich betriebenen Reaktor schräg ausgestattet ist,
- dass in diskontinuierlich betriebenen Reaktor im tiefsten Punkt desselben ein zweites Ablassventil für Schlammentnahme vorgesehen ist,
- dass für chemische Aufbereitung des warmen Wassers Eisen(III)-chlorid als Flockungsmittel, jedoch ohne Flokunghilfsmittel, eingesetzt wird,
- dass in der kontinuierlich betriebenen Anlage die Platten an Reaktorwänden befestigt sind,
- dass zur Einstellung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes für Verwendung des Warmwassers in Instal-

lationen und der chemischen Fällung mit Temperaturen ab
30 °C gearbeitet wird,

- dass der Reaktor mit Hilfe von Isoliermaterialien Wärmeisoliert ist.

Reaktor und Verfahren zum Entkalken und gleichzeitigem entfernen von Schadstoffen

Patentansprüche

1. Reaktor zum Entkalken von Wasser und gleichzeitigem Entfernen von Schadstoffen, sowie Desinfektion und Abtötung von Dauerformen von Parasiten, umfassend einen Behandlungsraum mit Zulauf für das zu behandelnde Wasser und einen Auslauf für das behandelte Wasser mit einer direkten oder indirekten Heizvorrichtung für das Wasser, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere horizontal verlaufende abnehmbare Platten zur Umlenkung der Wasserströmung im unteren Bereich des Reaktors beabstandet von seinem Boden und seiner Seitenwand befestigt sind, und dass eine Begasungsvorrichtung außerhalb des Reaktors vorgesehen wird, die eine mittig in den Reaktor hinein führende Leitung mit einem Gasverteiler aufweist, welche unterhalb der Platte(n) endet, und dass bei diskontinuierlich betriebenen Reaktor der Auslauf zwischen dem Reaktorboden und der bzw. den Platte(n) angeordnet ist, während der Auslauf bei kontinuierlich betriebenen Reaktor oberhalb der Platte(n) liegt.
2. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Röhreinrichtungen vorgesehen werden.
3. Reaktor nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte(n) am Deckel des Reaktors befestigt sind.
4. Reaktor nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Temperaturregelung kein Bimetall, sondern ein elektronischer Leistungsbegrenzer eingesetzt wird.
- 30 5. Reaktor nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeich-

net, dass er zusammen mit den Platte(n) aus rostfreiem Edelstahl oder jedem thermisch resistenten Werkstoff mit großer Oberflächenenergie besteht.

- 35 6. Reaktor nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte(n) eine perforierte Umrandung besitzen.
7. Reaktor nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Platten mittels ein oder mehrerer Edelstahlstäbe am Deckel des Reaktors befestigt sind.
- 40 8. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zum mechanischen Energieeintrag und besseren Stoffaustausch ein Rührer und Strombrecher eingesetzt wird.
- 45 9. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erwärmung des Wasser mit integriertem elektrischen Beheizungsaggregat die Wärmezufuhr in den Reaktor direkt oder indirekt von unten durchgeführt wird.
- 50 10. Verfahren zum Entkalken von Wasser und gleichzeitigem Entfernen von Schadstoffen, sowie Desinfektion und Abtötung von Dauerformen von Parasiten in einem Reaktor mit Zu- und Auslauf unter Erwärmung des Wassers, dadurch gekennzeichnet, dass die Wasserströmung mittels einer oder mehrerer abnehmbarer oder befestigter Platten umgelenkt wird, und dass das Wasser begast wird, und wobei das erwärmte Wasser nötigenfalls längere Zeit auf erhöhter Temperatur gehalten und begast wird oder weitere Begasung ohne Wärmezufuhr erfolgt
- 55 60 und dass der entstandene Kalk und die Verkrustungen, die sich unter der bzw. den Platten und auf Heizfläche bzw. Reaktorwände festgesetzt haben durch Verwirbelung abgelöst und durch das Wasser ausgetragen werden.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Reaktor zum Entkalken von Wasser und gleichzeitigem Entfernen von Schadstoffen, sowie Desinfektion und Abtötung von Dauerformen von Parasiten, sowie ein entsprechendes Verfahren. Der Stand der Technik arbeitet mit relativ großem apparativen und energiemäßigem Aufwand, wobei die erzielten Ergebnisse häufig unzureichend sind. Die Erfindung schafft hier Abhilfe dadurch, dass eine oder mehrere horizontal verlaufende Platten zur Umlenkung der Wasserströmung im unteren Bereich des Reaktors beabstandet von seinem Boden und seiner Seitenwand befestigt sind, und dass eine Begasungsvorrichtung außerhalb des Reaktors vorgesehen wird, die eine mittig in den Reaktor hinein führende Leitung mit Gasverteiler aufweist, welche unterhalb der Platte(n) endet, und dass bei diskontinuierlich betriebenen Reaktor der Auslauf zwischen dem Reaktorboden und der bzw. den Platte(n) angeordnet ist, während der Auslauf bei kontinuierlich betriebenen Reaktor oberhalb der Platte(n) liegt (Fig.1).

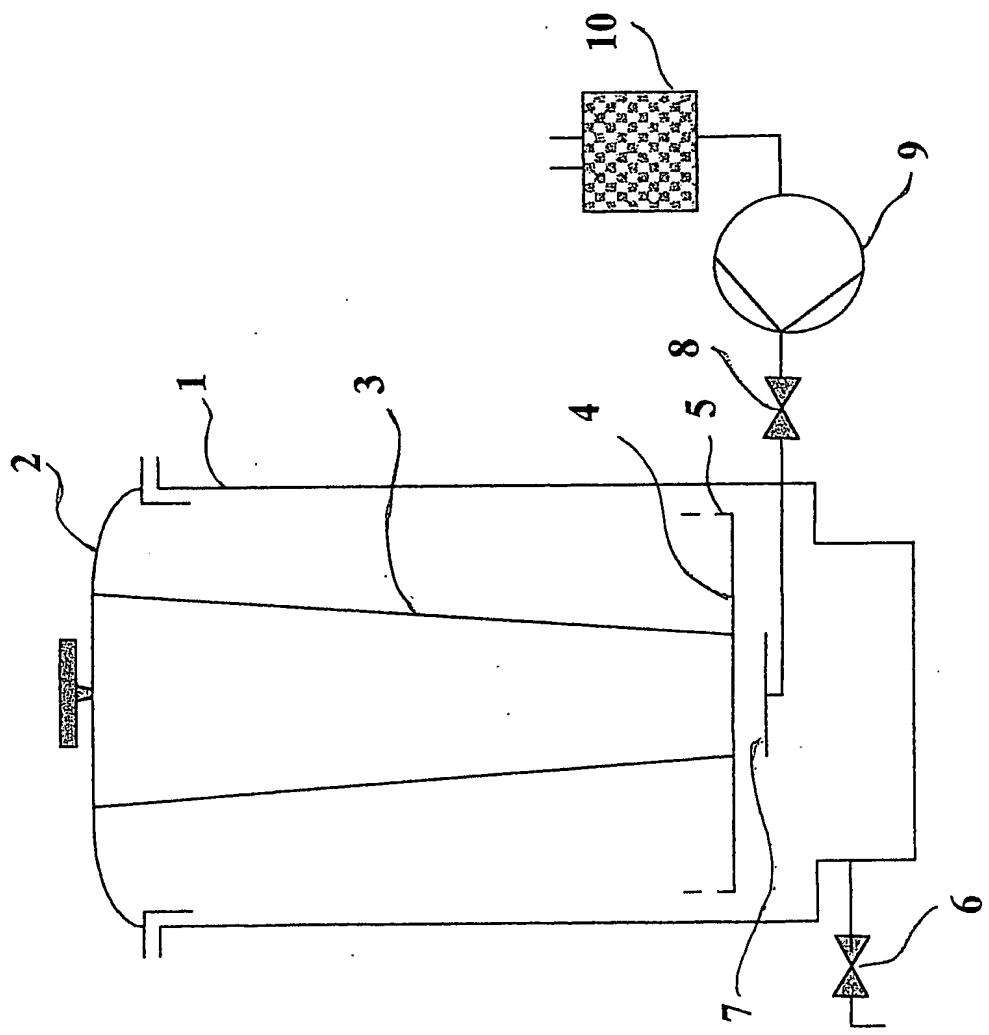


Abb. 1

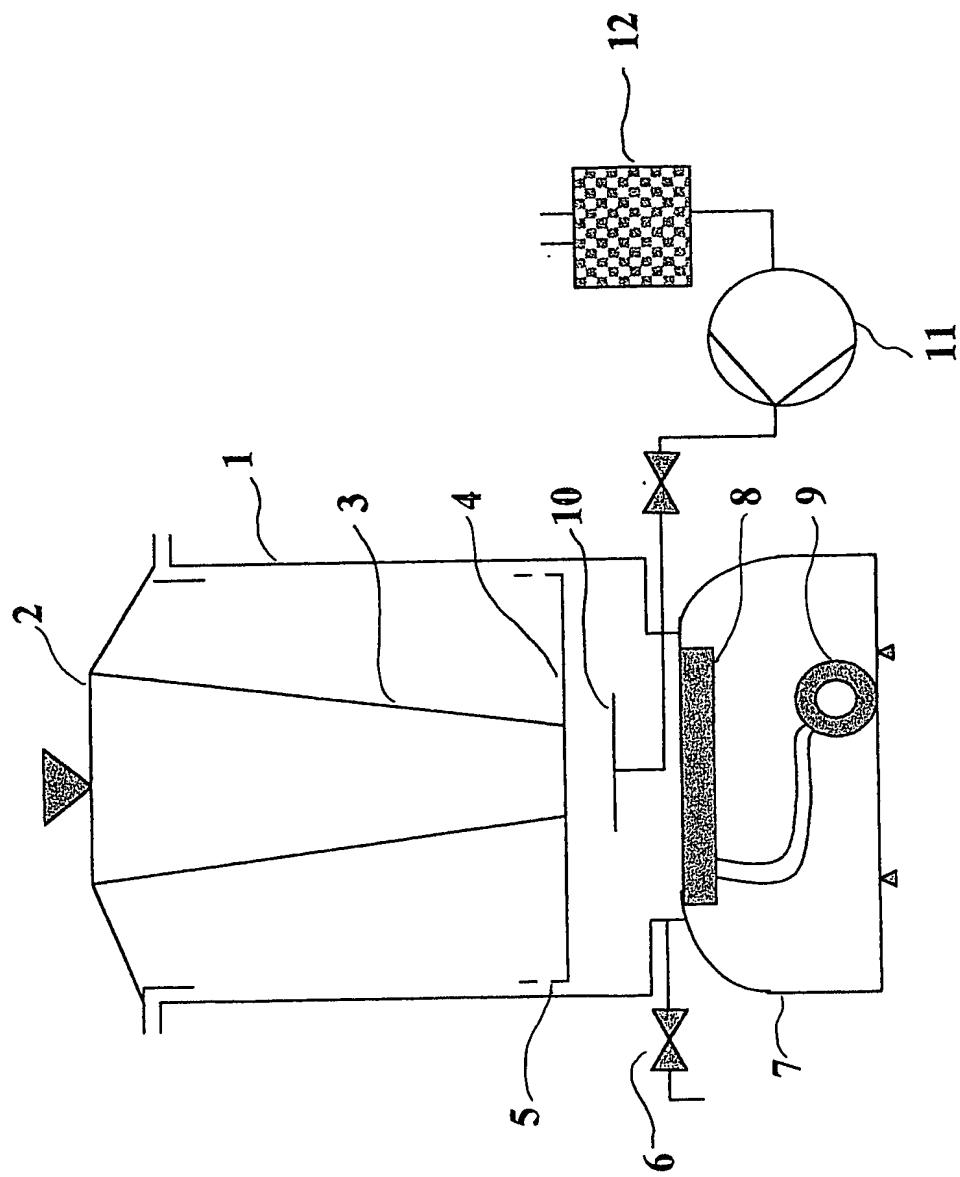


Abb. 2

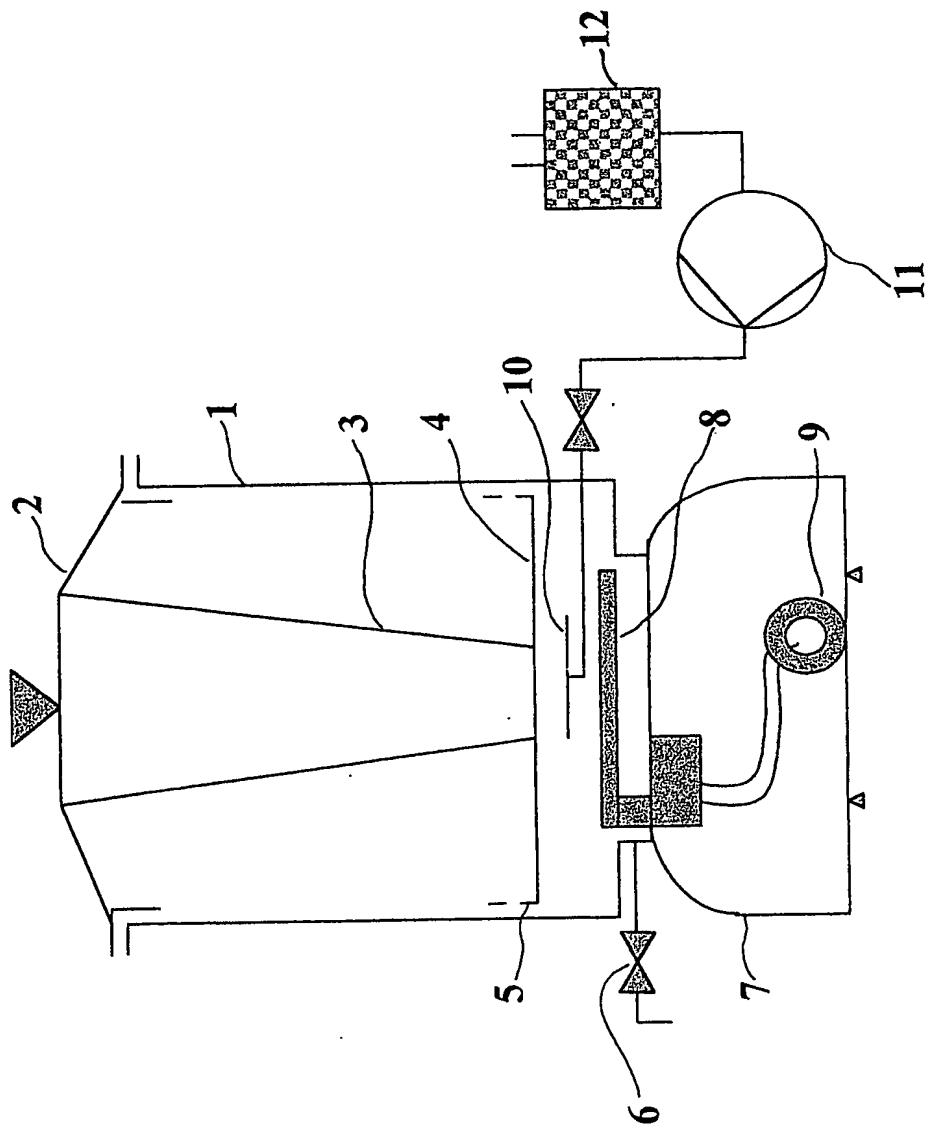


Abb. 3

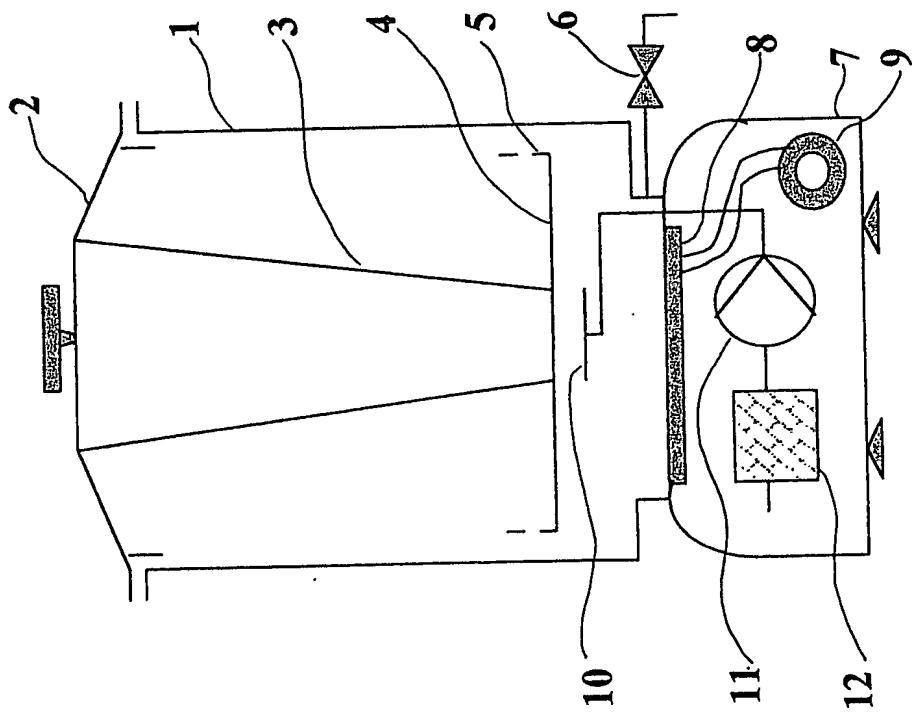


Abb. 4

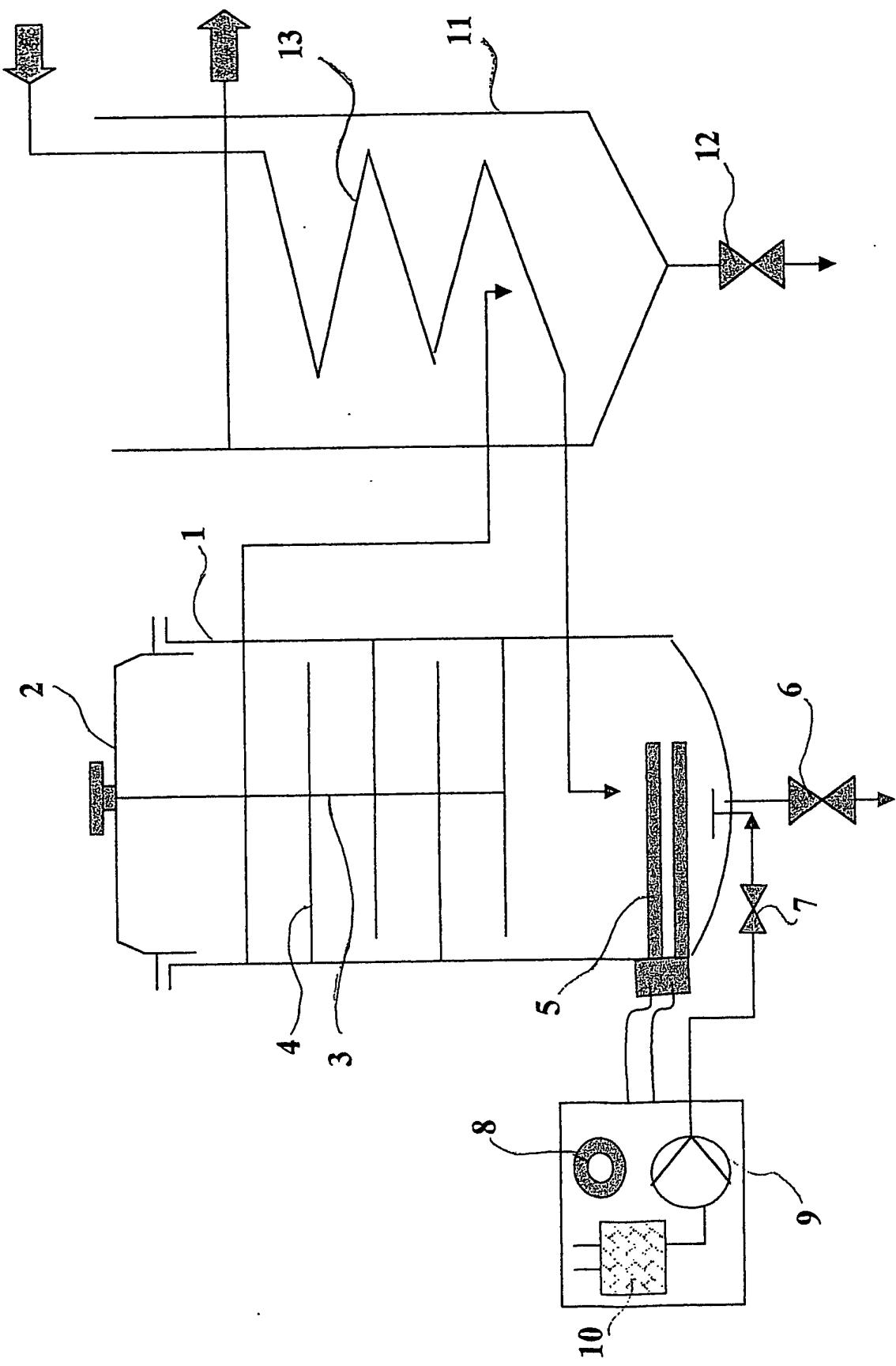


Abb. 5

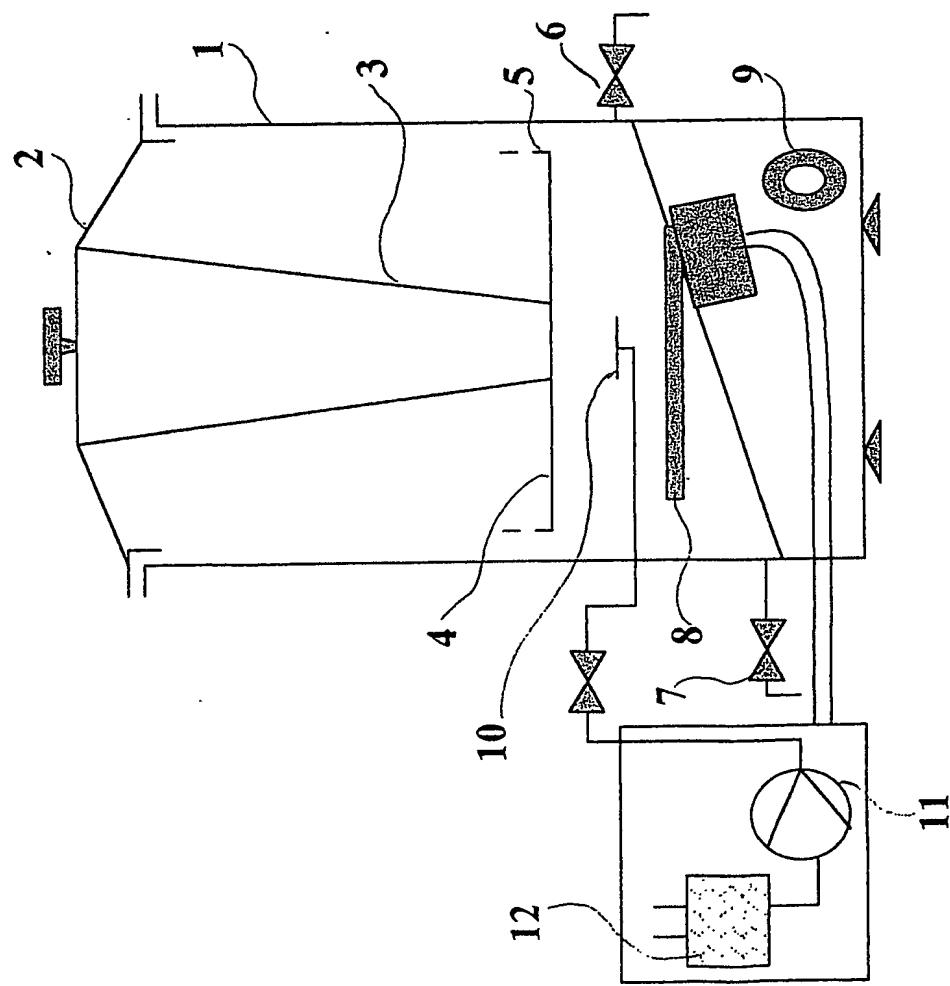


Abb. 6